

PENGARUH INSTALASI DAN VARIASI WAKTU PELAPISAN NIKEL TERHADAP KETEBALAN LAPISAN NIKEL PADA BAJA KARBON MENENGAH

Aldi Riswandi
Wahono
Widiyanti

Abstrak: Tujuan penelitian ini untuk mengetahui hasil kinerja dari rangkaian elektroplating sederhana dengan menggunakan nikel sebagai logam pelapis dan spesimen baja karbon menengah sebagai logam yang dilapisi. Penelitian ini ditulis dengan hasil analisis dari beberapa perlakuan elektroplating yang menggunakan temperatur larutan 64-66 °C, lama pencelupan 10, 15, dan 20 menit berdasarkan tinjauan pustaka yang ada. Hasil elektroplating dengan waktu pencelupan 10, 15, dan 20 menit diperoleh data rata-rata ketebalan lapisan sebesar 5,30; 7,93; dan 10,87 μm , semakin lama waktu pencelupan yang digunakan maka tebal lapisan logam nikel pada baja karbon menengah meningkat rata-rata penambahan lapisan sebesar 2,79 μm . Pada hasil elektroplating terdapat beberapa cacat lapisan seperti peeling, rough deposit dan pitting.

Kata-kata Kunci: elektroplating, waktu pencelupan, tebal lapisan

Abstract: The Effect of Installation and Nickel Coating Time on The Layer Thickness of Medium Carbon Steel. The purpose of this research was to understand the performance of simple electroplating installation using nickel as a metal coating and the medium carbon steel specimen as a coated metal. The electroplating treatments were the liquid temperature at 64-66 °C, and holding time at 10, 15, and 20 minutes, which were based on previous study. The electroplating result that used 10, 15, and 20 minutes produced 5.30, 7.93, and 10.87 μm thickness. The result of this research shows that longer expose times resulted in increasing thickness of the nickel coating on the medium carbon steel, in which the average of the layer increase was 2.79 μm . There are some defects found in the electroplating results such as peeling, rough deposits and pitting.

Keywords: electroplating, holding time, layer thickness

Elektroplating merupakan suatu proses pengendapan zat atau ion-ion logam pada elektroda katoda (negatif) dengan cara elektrolisis. Hasil dari elektrolisis tersebut akan mengendap pada elektroda

negatif atau katoda. Terjadinya suatu endapan pada proses ini disebabkan adanya ion-ion bermuatan listrik yang berpindah dari suatu elektroda melalui elektrolit. Endapan yang terjadi bersifat

Aldi Riswandi adalah alumni Jurusan Teknik Mesin. Email: aldiriswandi74@gmail.com. Wahono dan Widiyanti adalah dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Malang. Alamat Kampus: Jl. Semarang No. 5 Malang 65145.

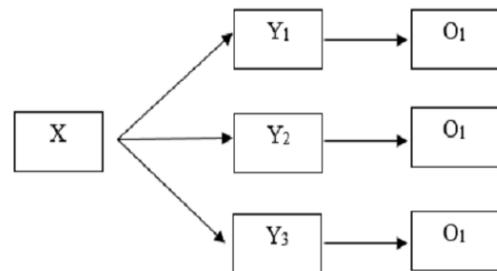
adhesif terhadap logam dasar (Saleh, 2014: 4). Elektroplating atau pelapisan listrik merupakan salah satu proses pelapisan bahan padat dengan lapisan logam menggunakan bantuan arus listrik melalui suatu elektrolit. Benda yang dilakukan pelapisan harus merupakan konduktor atau dapat menghantarkan arus listrik (Sutomo, 2010: 12).

Elektroplating ditujukan untuk berbagai keperluan mulai dari perlindungan terhadap karat seperti pada pelapisan seng pada besi baja yang digunakan untuk berbagai keperluan bahan bangunan dan konstruksi. Pelapisan nikel banyak digunakan untuk aplikasi dekoratif dan fungsional, dengan meningkatkan ketahanan korosi, ketahanan aus, atau dengan memodifikasi sifat lain dari bahan yang dilapisi (Di Bari, 2000:79). Namun dalam tahun terakhir, pelapisan Nikel saat ini digunakan untuk menyiapkan permukaan bahan sebelum dilakukan proses pelapisan intan atau *diamond like carbon (DLC) coating*. Kualitas lapisan nikel yang tinggi ditunjukkan dengan ketebalan dan keseragaman lapisan yang memadai (Wahab dkk, 2013).

Umumnya instalasi pelapisan logam yang sudah ada di laboratorium sekolah ataupun universitas lebih banyak menggunakan komponen yang rumit dalam cara perakitan ataupun cara perangkaiannya, sehingga dalam penelitian ini akan dibahas tentang uji kinerja instalasi pelapisan logam atau elektroplating namun dengan cara yang sederhana dan fungsional.

METODE

Jenis penelitian yang dilaksanakan ini adalah eksperimental laboratoris yaitu Pre-Eksperimen (*Pre-Experimental Design*). Rancangan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1. Objek penelitian ini adalah baja karbon menengah dengan dimensi panjang 40 mm, lebar 15 mm,



Gambar 1. Rancangan Penelitian

Keterangan:

X= Objek

Y= Perlakuan (pelapisan nikel selama 10,15, dan 20 menit)

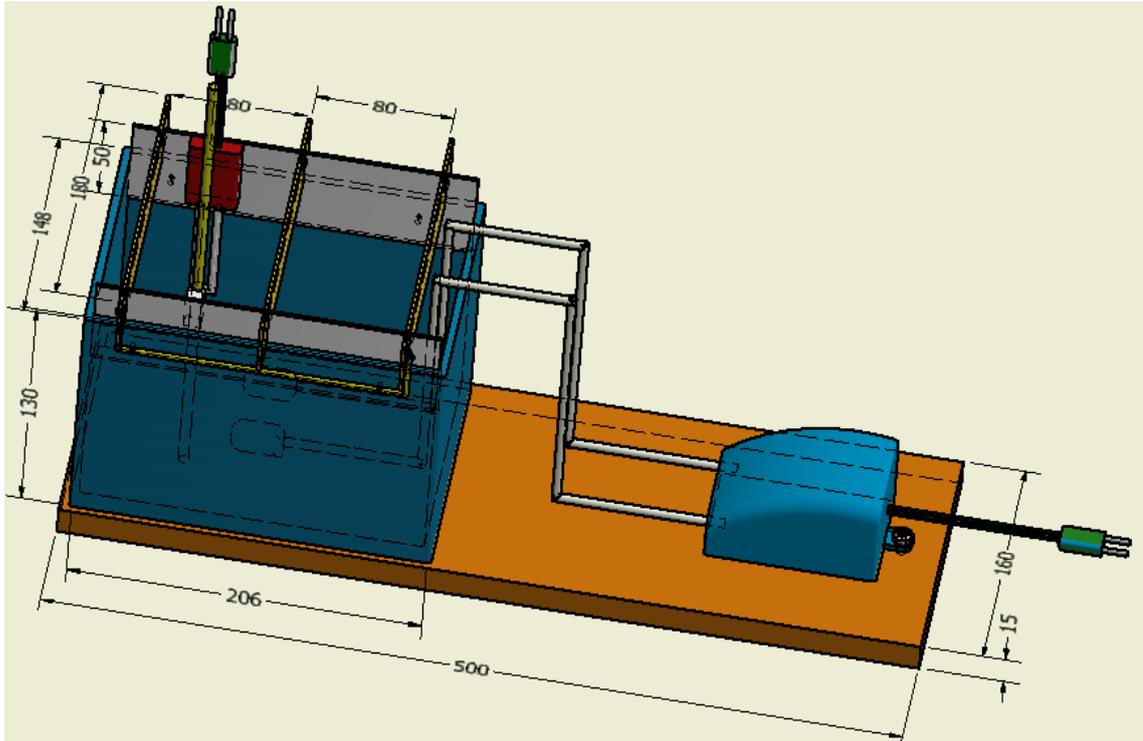
O= Observasi (ketebalan lapisan nikel)

tebal 2 mm sebanyak 9 buah kemudian dilakukan pelapisan nikel dengan cara elektroplating. Variabel bebas perlakuan adalah variasi waktu paparan yaitu 10, 15, dan 20 menit, dengan Variabel kontrol proses yaitu: (1) larutan pelapisan Nikel dengan pH 4, (2) temperatur 64-66°C, (3) voltase 3 V, dan arus 1 A, (4) jarak anoda dengan katoda 8 cm, (5) komposisi cairan elektrolit 2,5 liter aquades + NiSO₄ sebanyak 600 gram + NiCl₂ 50 gram + H₃BO₃ sebanyak 50 gram.

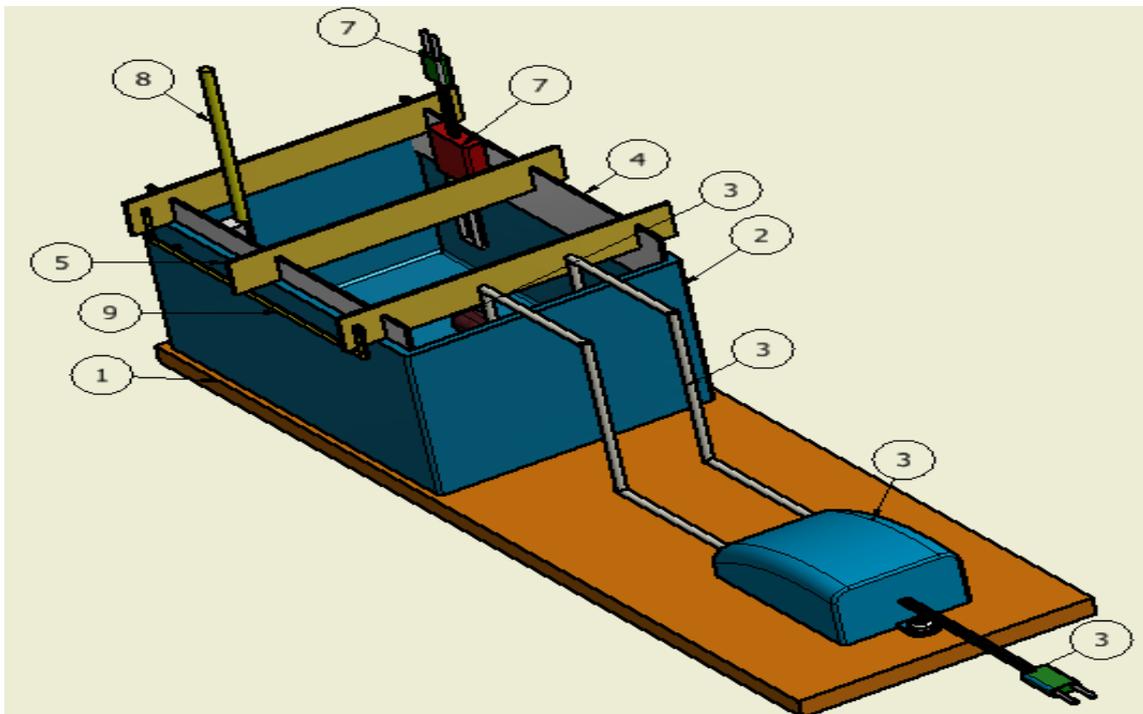
Data penelitian ini diperoleh dengan melakukan pengukuran terhadap ketebalan hasil pelapisan dan tampilan visual hasil pelapisan dengan berbagai variasi perlakuan. Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif yaitu mendeskripsikan pertambahan ketebalan lapisan nikel pada objek disetiap variasi waktu paparan.

HASIL

Pembuatan alat elektroplating dilakukan dengan cara mengubah arus listrik AC menjadi arus DC dengan alat *DC Power Source* (rectifier) kemudian output dari rectifier untuk kutub negatif disambungkan dengan baja karbon menengah sebagai katoda yaitu bahan yang akan dilapisi sedangkan kutub positif disambungkan dengan Nikel sebagai anoda yaitu bahan yang akan melapisi. Kedua kutub tersebut dimasukkan ke dalam bak



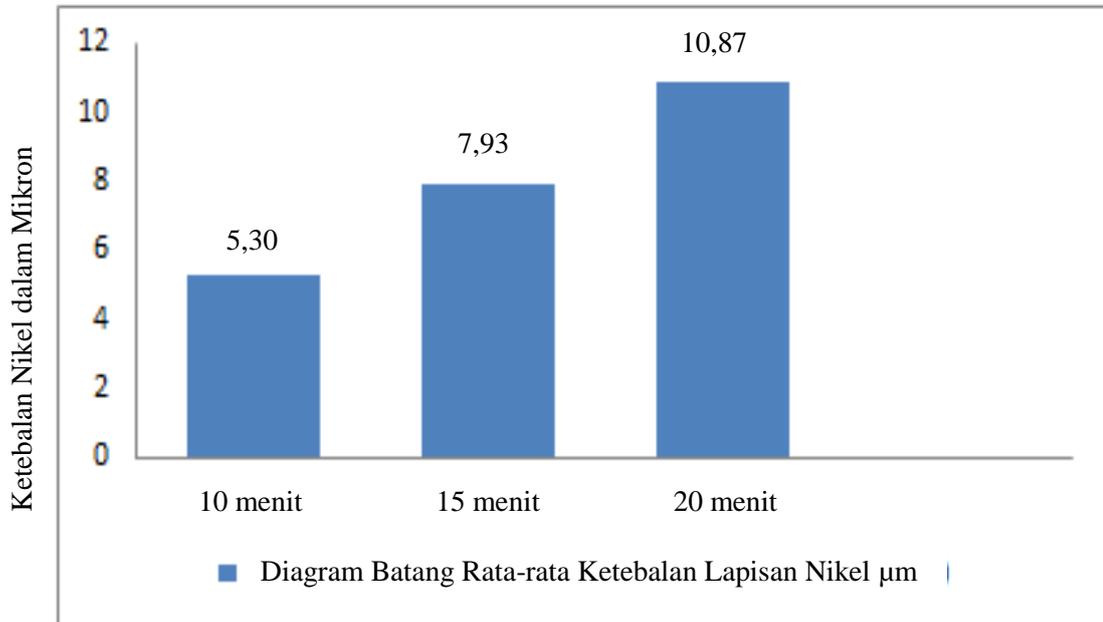
Gambar 2. Spesifikasi Instalasi Pelapisan Nikel



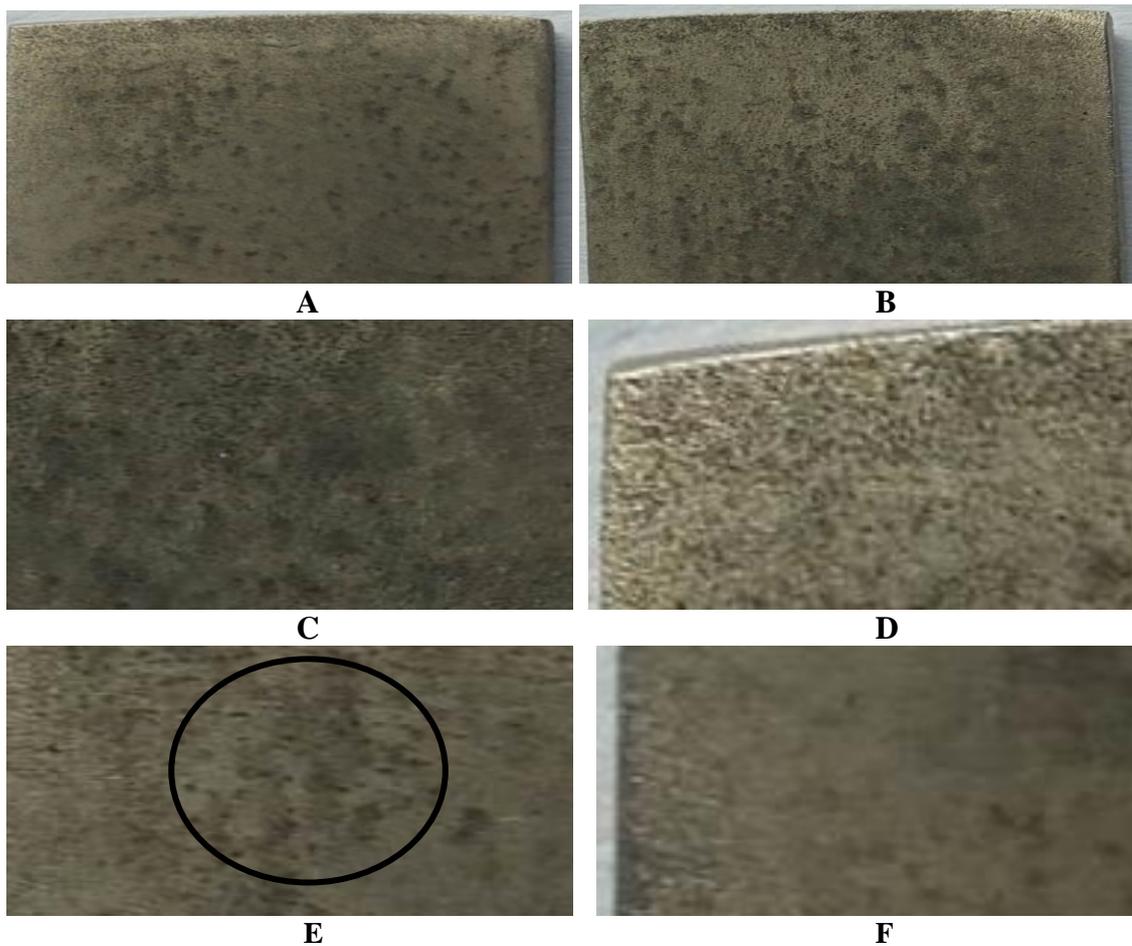
Gambar 3. Desain Instalasi Pelapisan Nikel

plastik dengan ukuran 21 cm x 15 cm dengan tinggi 13 cm yang telah diisi dengan campuran cairan NiSO_4 , cairan NiCl_2 , H_3BO_3 , dan aquades sebanyak 2,5

liter, jarak kedua kutub di dalam bak plastik 8 cm (Gambar 2 dan Gambar 3). Proses pelapisan logam dimulai dengan cara menghidupkan rectifier.



Gambar 3. Diagram Batang Rata-Rata Ketebalan Lapisan Nikel



Gambar 4. Kondisi Permukaan Hasil Proses Elektroplating. A, B: Tampilan Warna Tidak Merata; C: Permukaan Gosong; D: Kasar; E: Bintik-Bintik; F: Permukaan Suram

Hasil pengukuran rata-rata ketebalan lapisan nikel, ditunjukkan pada Gambar 3. Keterangan desain instalasi pelapisan Nikel dapat dilihat pada Tabel 1. Disamping pengamatan terhadap ketebalan lapisan, kondisi permukaan hasil pelapisan juga diamati dengan hasil seperti tampak pada Gambar 4. Kondisi permukaan hasil elektroplating menunjukkan beberapa ketidaksempurnaan pada kondisi visual antara lain kesamaan tampilan warna tidak merata (Gambar 4A dan B), beberapa bagian mengalami gosong (Gambar 4C), permukaan agak kasar (Gambar 4D), tampilan lapisan berbintik-bintik (*pitting*) (Gambar 4E) dan beberapa bagian ada yang buram (Gambar 4F).

Tabel 1. Keterangan Desain Instalasi Pelapisan Nikel

No.	Kode Nomor	Keterangan
1.	Satu (1)	Papan
2.	Dua (2)	Bak Plastik <i>Polipropilen</i> (PP)
3.	Tiga (3)	<i>Aerator</i> , Pipa Selang, dan Batu Udara
4.	Empat (4)	Plastik Mika
5.	Lima (5)	Plat Tembaga
6.	Tujuh (7)	<i>Heater</i> Celup
7.	Delapan (8)	<i>Thermometer</i> Skala 0-110°C
8.	Sembilan (9)	Kawat Tembaga

Parameter yang digunakan dalam pengujian alat pelapisan nikel ini adalah waktu paparan terhadap ketebalan lapisan nikel pada spesimen (baja karbon menengah) didapatkan bahwa semakin lama proses elektroplating nikel maka ketebalan lapisan pada permukaan spesimen juga meningkat (Setyo, 2012: 17).

PEMBAHASAN

Instalasi pelapisan nikel yang dibuat dengan spesifikasinya yaitu (1) papan dengan panjang 50 cm, lebar 16 cm, dan tebal 1,5 cm, (2) bak plastik Polipropilena dengan panjang 21 cm, lebar

15 cm, dan tinggi 13 cm, volume bak plastik pp tersebut 4 cm³ namun untuk kapasitas maksimum cairan elektrolit adalah 3,5 liter, (3) peniup udara aquarium aerator 2 saluran tipe RC.410 disambungkan dengan selang transparan berdiameter 0,5 cm dengan panjang 15 cm, ujung selang transparan dipasang batu udara untuk membagi titik keluarnya udara lalu dimasukkan ke dalam bak plastik PP, (4) dua buah plastik mika dengan panjang 20 cm, lebar 5 cm, dan tebal 0,2 cm, (5) plat tembaga dengan panjang 18 cm, lebar 2,5 cm, dan tebal 0,2 cm sebanyak 3 buah diletakkan pada alur plastik mika secara melintang Setyawan (2006: 14), plat tembaga pertama diletakkan ditengah plastik mika, lalu plat tembaga berikutnya diletakkan di samping kiri dan kanan dari plat tembaga pertama masing-masing dengan jarak 8 cm (Amrulloh, 2014: 122), (6) termometer digunakan untuk mengukur suhu cairan elektrolit ketika proses pelapisan nikel berlangsung (Meihua, 2016: 292). Alat yang digunakan untuk memanaskan cairan elektrolit adalah pemanas spiral, (7) plat aluminium dengan ukuran panjang kali lebar 10 cm x 3 cm dan 4 cm x 3 cm digunakan untuk meletakkan thermometer dalam bak plastik PP dan digunakan untuk menggantung pemanas agar tidak menyentuh sisi samping dan bawah bak plastik PP, pada pemanas dipasang terminal listrik tunggal untuk memutus dan menyambungkan aliran listrik, (8) kop kaca digunakan untuk merapikan selang dan kabel-kabel dari pemanas dan peniup udara, (9) jenis *Rectifier* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *rectifier* model 270.10 input 240 volt/120 volt, maksimal output 12 volt dan 10 Ampere.

Berdasarkan nilai rata-rata lapisan nikel disetiap waktu paparan spesimen seperti pada Tabel 2 bahwa kenaikan lapisan nikel dari waktu paparan 10 menit ke 15 menit adalah $7,93 - 5,30 = 2,63$ mikron, kemudian kenaikan lapisan nikel

dari waktu paparan 15 menit ke 20 menit adalah 2,94 mikron dapat disimpulkan bahwa pertambahan nilai lapisan nikel setiap kenaikan waktu paparan 5 menit adalah $(2,63 + 2,94)/2 = 2,79$ mikron ini sesuai dengan hukum faraday bahwa banyak endapan yang terbentuk berbanding lurus dengan waktu paparan.

Pada waktu paparan 20 menit diagram batang (Gambar 3) paling tinggi yang berarti nilai lapisan nikelnya paling besar dibandingkan nilai lapisan pada waktu paparan 10 dan 15 menit. Waktu paparan 15 menit adalah ketebalan lapisan nikel kedua paling tinggi setelah nilai lapisan nikel dengan waktu paparan 20 menit itu terlihat pada Gambar 3 dengan waktu paparan 15 menit, kemudian waktu paparan 10 menit adalah ketebalan lapisan nikel paling rendah dibandingkan dengan waktu paparan 15 dan 20 menit pada Gambar 3 waktu paparan 10 menit. Grafik rata-rata ketebalan lapisan nikel pada variasi waktu paparan 10, 15, dan 20 menit terlihat ada kenaikan nilai ketebalan lapisan nikel dari perlakuan waktu paparan 10 menit ke 15 menit, begitupun juga terdapat kenaikan nilai ketebalan lapisan nikel perlakuan waktu paparan 15 menit ke 20 menit, atom nikel yang melapisi logam semakin lama semakin banyak dikarenakan atom yang terbentuk berbanding lurus dengan lama proses pelapisan nikel tersebut. Berikut adalah rumus hukum Faraday:

$$W = \frac{I \cdot t \cdot A}{z \cdot F}$$

Dengan:

W = Berat logam yang diendapkan (gram).

I = Jumlah arus yang mengalir (ampere).

t = Waktu (detik).

A = Massa atom (gr/mol).

Z = Valensi unsur (nikel).

F = Bilangan Faraday = 96500 (Coulomb/mol).

1 F = 96.500 C, yaitu kapasitansi suatu kapasitor yang dilintasi oleh listrik de-

ngan muatan satu coulomb, sehingga terdapat perbedaan potensial listrik sebesar satu volt.

Parameter yang digunakan dalam pengujian alat pelapisan nikel ini adalah waktu paparan terhadap ketebalan lapisan nikel pada spesimen (baja karbon menengah) didapatkan bahwa semakin lama proses elektroplating nikel maka ketebalan lapisan pada permukaan spesimen juga meningkat sesuai dengan banyak hasil penelitian sebelumnya seperti Suarsana (2008:62), Yerikho (2013:62), dan Furqon (2015:134) menemukan hal yang sama bahwa setiap kenaikan waktu paparan pelapisan nikel akan meningkatkan ketebalan lapisan nikel pada permukaan spesimen.

Kelayakan instalasi pelapisan nikel buatan sendiri dikatakan sudah memenuhi kelayakan untuk pelapisan nikel berikutnya karena ditinjau dari parameter uji ketebalan lapisan nikel yang mana setiap kenaikan waktu paparan 5 menit juga akan meningkatkan nilai lapisan nikel pada spesimen, variasi waktu paparan 10, 15, dan 20 menit masing-masing menghasilkan ketebalan lapisan nikel 5,30; 7,93; dan 10,87 mikron dikarenakan setiap kenaikan waktu dalam proses pelapisan akan memperbanyak atom Nikel yang berpindah ke permukaan logam yang dilapisi sesuai dengan hukum faraday tebal lapisan berbanding lurus dengan lama waktu yang digunakan.

Permukaan spesimen yang menghitam atau gosong pada Gambar 4C disebabkan oleh kuat arus yang terlalu tinggi sehingga permukaan spesimen menjadi gosong. Beberapa faktor lain menurut Saleh (2014:102) yang menyebabkan permukaan spesimen setelah pelapisan nikel menjadi gosong yaitu konsentrasi asam borat (H_3BO_3), temperatur larutan yang terlalu rendah, lama waktu paparan, kemudian pH larutan yang terlalu tinggi. Gezerman dan Corbaciologlu (2010) menyatakan bahwa untuk memperbaiki

kualitas warna dalam pelapisan Nikel maka dalam larutan pelapisan dapat ditambahkan agen pencerah yang berfungsi untuk mencerahkan tampilan dari hasil pelapisan.

Lapisan kasar (*rough deposit*) pada Gambar 4E adanya pengotor padat dalam larutan elektrolit, faktor lainnya menurut Saleh (2014:102) adalah pengerjaan pendahuluan kurang bersih (lemak) pada permukaan spesimen.

Bintik-bintik/sumur (*pitting*) pada Gambar 4D permukaan lapisan nikel yaitu adanya pengotor lemak, konsentrasi bahan imbuah (*wetting agent*) terlalu rendah, dan pompa filter atau isap udara tidak berfungsi dengan baik.

Lapisan suram (*matt deposit*) pada Gambar 4F seluruh permukaan spesimen disebabkan oleh bahan pengkilap (*brightener*), pH larutan yang tinggi, temperatur terlalu rendah atau terlalu tinggi, pengotor lemak dalam cairan elektrolit, dan kesalahan pengerjaan pencucian seperti spesimen yang mengandung silican.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, pengujian dan analisa yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: (1) Desain alat instalasi dengan spesifikasi instalasi pelapisan nikel yaitu panjang 21 cm, lebar 15 cm, dan tinggi 13 cm mampu menunjukkan kinerja pelapisan yang baik ditinjau dari waktu paparan terhadap kenaikan lapisan nikel. (2) Kualitas hasil elektroplating dari alat yang didesain masih perlu perbaikan dari sisi proses proses penyiapan permukaan dan larutan yang digunakan.

Saran yang dapat diberikan adalah diperlukan dalam operasional peralatan diperlukan agen penerang warna sehingga warna visualisasi hasil elektroplating menjadi lebih jelas.

DAFTAR RUJUKAN

- Amrulloh, F. & Palupi, A. E. 2014. Pengaruh Tegangan Listrik dan Jarak Elektroda Proses Pelapisan Nikel Krom terhadap Karakteristik Baja St 42. *Jurnal Teknik Mesin*, 2(3): 122–128.
- Di Bari, J.A. 2000. *Electrodeposition of nickel*. Dalam *Modern Electroplating*, Editor M. Schlesinger and M. Paunovic. New Jersey: John Wiley and Sons.
- Furqon, N.G. & Sulistijono. 2015. Pengaruh Densitas Arus dan Waktu Kontak Efektif Elektrolit Gel terhadap Ketebalan dan Kekuatan Lekat Lapisan Krom pada Baja dengan Metode Elektroplating. *Jurnal Teknik*, 139.
- Gezerman, A.O. & Corbaciologlu, B.D. 2010. Analysis of the Characteristics of Nickel-Plating Baths. *International Journal of Chemistry* 2(2): 124–137.
- Meihua, L., Yi, M., Yang, Z., Feihui, L., Yunlan, G. & Lu, F. 2016. Electroplating Parameters Optimization for Enhanced Performance of Nickel Coating Electroplated on Mild Steel. *Jurnal Surface & Coatings Technology*, 4(3): 285–292.
- Saleh Ir. Azhar A. 2014. *Elektroplating Teknik Pelapisan Logam Dengan Cara Listrik*. Bandung: Yrama Widya.
- Setyawan, S. 2006. *Pengaruh Variasi Penambahan Tembaga (Cu) dan Jenis Cetakan pada Proses Pengecoran terhadap Tingkat Kekerasan Paduan Aluminium Silikon (Al-Si)*. Skripsi. Surakarta: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret.
- Setyo, N. & Malau, V. 2012. Pengaruh Kuat Arus Pada Pelapisan Nickel dan Nickel-Hard Chromium Plating terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis

- Permukaan Baja AISI 410. *Jurnal Sistem Teknik Mesin*, 11(5): 17–22.
- Suarsana, K. 2008. Pengaruh Waktu Pelapisan Nikel pada Tembaga dalam Pelapisan Khrom Dekoratif terhadap Tingkat Kecerahan dan Ketebalan Lapisan. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 2(1): 48–60.
- Sutomo, Senen, & Rahmat. 2010. Pengaruh Arus dan Waktu pada Pelapisan Nikel dengan Elektroplating untuk Bentuk Plat. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Diponegoro*, 6(2): 12–20.
- Wahab, H.A. Noordin, M.Y., Izman, S. & Kurniawan, D. 2013. Quantitative Analysis of Electroplated Nickel Coating on Hard Metal. *The Scientific World Journal* (Article ID 631936): 1–6
- Yerikho, Raharjo, W.P. & Kusharjanta, B. 2013. Optimalisasi Variasi Tegangan dan Waktu terhadap Ketebalan dan Adhesivitas Lapisan pada Plat Baja Karbon Rendah dengan Proses Elektroplating Menggunakan Pelapis Seng. *Jurnal Teknik Mesin*, 2(2): 62–68.